



## Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF) que usam o Método Embrapa: resultados de 2003

Fig. 1. Selo de qualidade do ano de 2004, para os participantes do PAQLF que obtiveram conceitos A e B em 2003.

Alberto C. de Campos Bernardi<sup>1</sup>

A adubação de culturas deve ser feita aplicando as quantidades de fertilizantes necessárias para obtenção das produções máximas econômicas, porém garantindo também a qualidade dos produtos agrícolas. Para que o produtor realize a adubação mais adequada, é necessário que ele recorra à análise de solo. Esta técnica é uma das melhores formas para detecção dos fatores limitantes ao crescimento e produção vegetal, além de servir como base para a recomendação de calagem e fertilizantes. Para que os produtores possam aplicar as dosagens corretas de fertilizantes e obter o resultado almejado, é necessário que existam serviços adequados e acessíveis de análises de solos. Muitas vezes, a pequena procura dos produtores aos serviços dos laboratórios de análise ocorre devido a eles utilizarem métodos defasados e incompletos que, na maioria das vezes, produzem resultados pouco confiáveis. Uma alternativa para se contornar estes problemas é a adesão dos laboratórios a Programas de Controle de Qualidade.

Atualmente, existem cinco programas de qualidade de análise de solo no Brasil (Cantarella *et al.*, 2001). A Embrapa Solos coordena um deles, o Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), que é um pro-

grama de âmbito nacional, voluntário e que incorpora os laboratórios de fertilidade de solo que utilizam o chamado método Embrapa.

Este conjunto de metodologias inclui as extrações de P e K, com a solução Mehlich-1, de Al, Ca e Mg com o KCl, as determinações do pH em água e do carbono ou da matéria orgânica por método colorimétrico, calibrado com o método Walkey-Black. Sua implementação foi produto do programa denominado *Soil Testing*, resultado do acordo de cooperação internacional entre o Ministério da Agricultura, representado pela antiga Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo (atualmente Embrapa Solos) e a Universidade de Carolina do Norte, com o apoio da USAID. Esse programa visava, principalmente, os aspectos de automação, uniformização, experimentação e calibração de métodos para as análises e impulsionou, de forma significativa, a análise de solo no Brasil a partir da década de 60 (Silva *et al.*, 1998; Bernardi *et al.*, 2002).

Inicialmente, na implantação do PAQLF em 1992, o objetivo foi proporcionar um meio de avaliação e de correção da qualidade analítica dos laboratórios participantes. Com a

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste. Rod. Washington Luiz, Km 234. Faz. Canchim Cx.P.339. CEP: 13560-970 São Carlos/SP - [alberto@cnpse.embrapa.br](mailto:alberto@cnpse.embrapa.br).

adoção do Selo de Qualidade, a partir de 1998, o PAQLF também passou a funcionar como um meio de atestar o desempenho satisfatório dos participantes perante os seus clientes externos. Este papel tem sido reconhecido tanto pelos laboratórios participantes, quanto pelos principais interessados nas análises de solo: os produtores (Silva *et al.*, 2000; Bernardi *et al.*, 2002). E, mais recentemente, as amostras utilizadas no ano anterior passaram a ser oferecidas aos laboratórios interessados, como amostras de referência.

Deste modo, atualmente pode-se considerar o PAQLF como um gerador de uma base tecnológica e gerencial para os laboratórios participantes. Além disso, possibilita o aprimoramento e a competitividade destes no agronegócio, uma vez que funciona como um diferencial para os laboratórios que obtêm o Selo de Qualidade.

Em adição a isso, a participação dos laboratórios em atividades de ensaio de proficiência (como o PAQLF) é parte integrante do processo de avaliação e credenciamento, ou acreditação, do laboratório pelo Inmetro e, conseqüentemente, é uma indicação da competência do laboratório para realizar determinados ensaios. A participação dos laboratórios nestas atividades é um dos mecanismos de controle da qualidade dos resultados previstas na NBR ISO/IEC 17025 (Inmetro, 2004).

Os benefícios ao laboratório participante, advindos desta participação em ensaios de proficiência, incluem: a) avaliação externa regular e independente da qualidade de seus resultados; b) possibilidade de comparação do desempenho com o de outros laboratórios semelhantes; c) resultados obtidos servem de subsídio para a implementação de ações preventivas para melhoria dos procedimentos do laboratório; d) possibilidade de obtenção de informações sobre as características de desempenho de métodos analíticos; e) obter, do organizador do programa, uma fonte de assessoria técnica e orientação sobre problemas analíticos.

Por isso, o Inmetro tem estimulado ao máximo a participação de laboratórios em programas de ensaio de proficiência, como um complemento do processo de avaliação, bem como uma ferramenta para controle e melhoria do desempenho do laboratório. Alguns participantes do PAQLF já estão em processo de certificação, junto ao Inmetro; e a adesão ao programa funciona como um requisito inicial para o processo de credenciamento.

O objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados e a avaliação do desempenho dos laboratórios participantes no Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF) no ano de 2003.

## Metodologia

A avaliação da qualidade dos laboratórios ocorreu durante o ano de 2003, através da análise quadrimestral de 3 amostras de solo para fertilidade, num total de 9 amostras no ano. Das amostras, 7 eram diferentes entre si e 1 delas apresentava 2 repetições, sendo identificadas com números de 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 105 e 106. A amostra com repetição recebeu os números 95 e 99.

A metodologia de avaliação baseou-se na análise obrigatória de: P e K (Mehlich-1); pH (água); Ca, Mg e Al (KCl); H + Al (acetato de Ca ou SMP), e de matéria orgânica (método colorimétrico ou Walkey-Black), seguindo a metodologia descrita por Silva *et al.* (1998). Foram analisadas também, facultativamente, as determinações dos micronutrientes: B extraído com água quente, seguindo a metodologia de Abreu *et al.* (1994) e de Cu, Fe, Mn e Zn, com solução Mehlich-1 na relação solo/extrator de 1:5, de acordo com Silva *et al.* (1998). Além destas, foi também avaliada a determinação de granulometria, seguindo a metodologia da Embrapa (1997).

A partir dos resultados obtidos pelos laboratórios ao final da avaliação, estabeleceu-se a média, o desvio padrão, e os valores mínimo e máximo para estas amostras. Com isso, foi estabelecido um conjunto de amostras de referência.

A metodologia da avaliação do desempenho utilizada foi a descrita por Quaggio *et al.* (1994). Os laboratórios foram avaliados em função da exatidão (acerto) e da precisão (reprodutibilidade) dos resultados analíticos.

A precisão dos resultados baseou-se no coeficiente de variação (CV%), sendo rejeitados e recebendo asteriscos, quando estavam fora dos limites de tolerância, estabelecidos a partir da expressão:  $\text{média} \pm \mathbf{a} \mathbf{S}$ . Onde,  $\mathbf{S}$  = desvio padrão;  $\mathbf{a} = 1$ , para  $\text{CV} > 50\%$ ;  $\mathbf{a} = 1,5$ , para  $20\% > \text{CV} > 50\%$ ; e  $\mathbf{a} = 2,0$ , para  $\text{CV} < 20\%$ .

Foram realizadas três rodadas até a obtenção de CV menor que 20% para cada variável analisada. Daí, foram obtidos o número total de asteriscos no ano e a média da amostra com repetição. Da soma dos asteriscos do ano e da média, resultaram os asteriscos ponderados.

A **Inexatidão** foi obtida pela divisão do número de asteriscos ponderados pelo número de determinações avaliadas no ano. Em 2003, foram avaliadas 7 variáveis obrigatórias em 12 amostras e uma média das amostras com repetição, resultando num total de 91 determinações. A **Imprecisão** foi encontrada pelo CV médio dos resultados da amostra com repetição.

A partir da inexactidão e da imprecisão estimada, obtém-se o **Índice de Excelência – IE** através da seguinte fórmula:  $IE = 100 - (Inexactidão + Imprecisão) / 2$ .

O IE serve como base para a classificação dos laboratórios uma vez que, a partir dele, são atribuídos conceitos da seguinte maneira: **A** para  $IE > 91$ ; **B** para  $71 > IE < 91$ ; e **C** para  $IE < 71$ . Os participantes que obtiveram conceitos A e B foram habilitados a utilizar, no ano de 2003, o Selo de Qualidade, que está representado na Figura 1.

## Resultados

Os resultados analíticos foram enviados à Embrapa Solos pelos participantes, através da home-page do PAQLF (<http://www.cnps.embrapa.br/paqlf>), utilizando o Sistema PAQLF 1.0 (Bernardi *et al.*, 2003), e a partir destes resultados foram emitidos 5 relatórios (4 parciais e 1 final).

No ano de 2003 haviam 92 laboratórios inscritos para participar do PAQLF. A natureza dos laboratórios também é variada, indicando o caráter abrangente do PAQLF, pois participam unidades da Embrapa (22%), universidades (24%), órgãos de pesquisa e extensão (17%), além de laboratórios particulares e de cooperativas (37%). O segmento que tem apresentado maior crescimento entre os participantes são os laboratórios particulares, especialmente os da iniciativa privada e independentes. O aumento no número destes laboratórios reflete a expansão das fronteiras agrícolas brasileiras, como também o reconhecimento, por parte destes laboratórios, em participar de programas de qualidade que sirvam como um atestado para o público (ou para os agricultores).

A área de atuação do Programa com 92 participantes em 2003 engloba 24 Estados brasileiros: AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RR, SE, SP e TO. A região Centro-Oeste é a que apre-

senta maior número de participantes, com 37% do total, com destaque para o estado de Goiás com 15 participantes. Em seguida, vem a região Nordeste com 32% do total, sendo que 9 laboratórios estão na Bahia. Na região Norte, estão 15% dos laboratórios do PAQLF, sendo que a região Sudeste também possui a mesma porcentagem. Nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte estão presentes mais de 80% dos laboratórios avaliados, mostrando a importância do funcionamento do PAQLF, pois atende as regiões que não possuem Programas de Qualidade específicos (Cantarella *et al.*, 2001). A home-page do PAQLF (<http://www.cnps.embrapa.br/paqlf>) permite uma busca, por regiões e por estado, fornecendo informações completas para contato com os laboratórios que estão habilitados ao uso do Selo de Qualidade no ano.

Na Tabela 1 é apresentado o número de asteriscos totais por variável analisada e nas amostras utilizadas no ano de 2003. Como os valores fora dos limites de tolerância são os que recebem os asteriscos, este procedimento torna possível serem detectados, em quais variáveis ocorreram as maiores variações. Na Figura 2 encontram-se as informações, por determinações, indicando o número de asteriscos totais e médios por variável analisada. Com estes resultados foi possível proceder a uma classificação das variáveis, em função do número de asteriscos. Deste modo, a ordem decrescente do número total e médio de asteriscos nas análises de rotina correspondeu a: matéria orgânica > P > Mg > H + Al > Ca > K > Al > pH (Figura 2 A e B). Para os micronutrientes a ordem foi: Fe > Mn > Zn > Cu > B (Figura 2 C e D), e para granulometria, silte > argila > areia (Figura 2 E e F).

As tendências observadas no trabalho atual estão em concordância com os resultados dos anos de 2000, 2001 e 2002, relatados por Bernardi & Silva (2001), Bernardi (2002) e Bernardi (2003), nos quais os menores números de asteriscos foram observados nas determinações de rotina de pH e Al, sendo que nas demais variáveis houve uma

**Tabela 1.** Número de asteriscos referentes às amostras de 2003.

Amostra	Rotina								Micronutrientes					Granulometria			Total
	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Are	Sil	Arg	
95	86	45	4	16	11	15	53	0	15	10	23	4	17	41	31	2	373
96	21	71	4	12	15	52	36	16	12	6	8	16	18	39	25	35	386
97	27	32	14	16	33	70	11	5	10	7	22	18	10	4	36	26	341
98	33	28	4	8	11	38	16	0	10	30	33	10	4	17	16	1	259
99	96	59	5	22	17	22	37	0	16	17	46	21	27	37	39	0	461
100	27	14	6	15	15	41	14	18	10	11	17	3	11	3	25	3	233
104	34	50	5	20	44	24	13	10	7	18	33	29	17	12	15	14	345
105	13	22	4	18	9	51	14	18	2	17	25	18	12	15	28	4	270
106	8	50	4	9	15	23	31	7	9	12	21	21	16	31	32	4	293
Total	345	371	50	136	170	336	225	74	91	128	228	140	132	199	247	89	

alteração da ordem, porém os maiores números de asteriscos foram encontrados nas determinações de P e matéria orgânica. Para os micronutrientes houve alguma alteração, sendo que o Fe continua representando o extremo de maior número de asteriscos. Como observado anteriormente, a determinação de silte é a que apresentou o maior número de asteriscos. Isso ocorre porque esta variável não é determina-

da diretamente, e sim calculada. Portanto, quaisquer variações (ou erros) nas determinações de argila e areia serão refletidas nesta variável.

Na Tabela 2, observam-se os coeficientes de variação das variáveis analisadas nas 9 amostras do ano e por variável. Os resultados indicam a existência de altas discrepâncias,

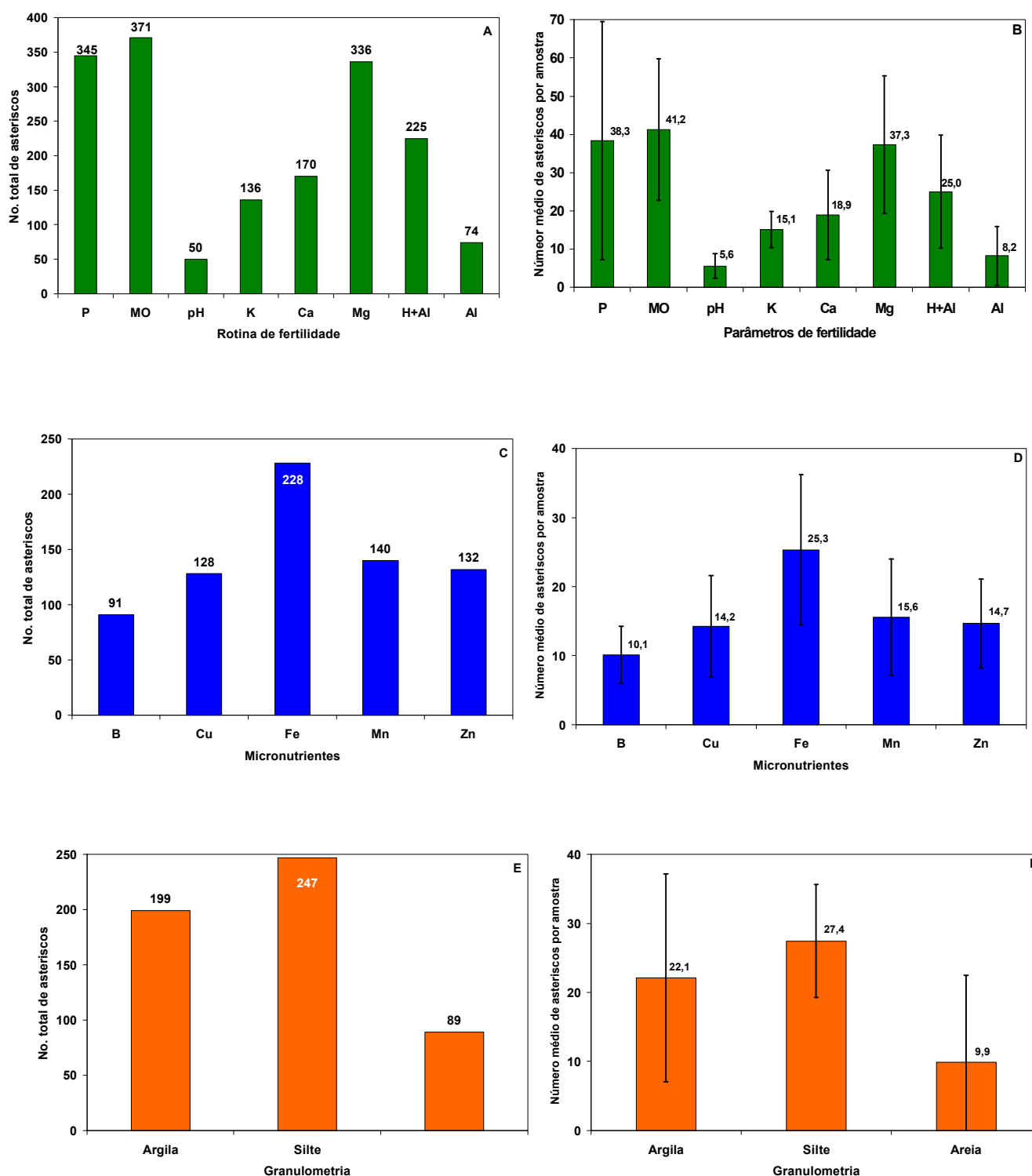


Fig. 2. Número total e médio de asteriscos, respectivamente, das variáveis de rotina de fertilidade do solo (A e B), micronutrientes (C e D) e granulometria (E e F) referentes às amostras de 2003. As barras verticais indicam o desvio padrão.

que podem ser reduzidas, a partir da exclusão daqueles situados fora das faixas de tolerância. Complementando estas informações, na Figura 3 são apresentados os coeficientes de variação médio e o desvio padrão considerando-se todos os resultados (A) e após a exclusão dos discrepantes (B), referentes às variáveis de rotina de fertilidade do solo, micronutrientes (C e D) e granulometria (E e F) relativas às amostras de 2003. Os coeficientes de variação (CV) na primeira rodada ficaram na faixa de 185 a 18,5% sendo em ordem decrescente correspondente a: Al > K > matéria orgânica > Ca > P > Mg > H+Al > pH (Figura 3A). Após a terceira e última rodada, com os valores discrepantes já excluídos, os valores reduziram-se para 158 a 6,4%. Então, a ordem decrescente passou a ser: Al > Ca > P > matéria orgânica > Mg > H+Al > K > pH (Figura 3B). Para os micronutrientes, a faixa inicial de variação foi de 321 a 69%, sendo que a ordem decrescente foi: Zn > Mn > Cu > B > Fe (Figura 3C). E, do mesmo modo, após a eliminação dos resultados discrepantes, houve uma redução no CV médio para a faixa de 110 a 25%, e a ordem decrescente correspondeu a Zn > Cu > B > Fe > Mn (Figura 3D). O mesmo procedimento foi adotado para a granulometria, sendo que os valores inicialmente obtidos para silte, argila e areia foram respectivamente: 67, 47 e 46%, que após a eliminação dos valores discrepantes, passaram a: 24, 20, e 12% (Figuras 3 E e F).

Estes resultados seguem a mesma tendência daqueles obtidos anteriormente no PAQLF por Pérez & Meneguelli (1997), Bernardi *et al.* (2001), Bernardi e Silva (2001), Bernardi (2002) e Bernardi (2003). Assim como os apresentados por Cantarella (1999), referentes ao Programa do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC.

Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 observam-se os desempenhos dos participantes, no ano de 2003, para as análises de rotina obrigatórias, as facultativas de micronutrientes e para a granulometria. Em 2003, participaram 92 laboratórios do PAQLF. Destes, 16 (17,4%) não entraram na lista de classificação, uma vez que deixaram de enviar os dados referentes aos resultados analíticos de uma ou mais das 9 amostras ou não realizaram todas as determinações exigidas.

Na Tabela 7, verifica-se a síntese da performance dos laboratórios participantes no PAQLF em 2003. Quanto aos resultados para habilitação ao uso do Selo de Qualidade, 96,1% dos 76 participantes aptos a serem avaliados apresentaram conceitos A ou B, com um Índice de Excelência médio de 88. Do total habilitado, 28 laboratórios obtiveram o conceito A (Tabela 3). O número de participantes com desempenho adequado e apto ao uso do Selo de Qualidade foi alto quando comparado com os anos anteriores (Bernardi *et al.*, 2002; Bernardi, 2002 e Bernardi, 2003), mostrando o padrão de qualidade que os participantes têm alcançado.

**Tabela 2.** Coeficientes de variação (CV%) das amostras de 2003, considerando todos os resultados e após a exclusão dos que foram discrepantes.

Amostra	Rotina								Micronutrientes					Granulometria		
	P	MO	PH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila
Todos os resultados																
95	55,5	69,9	14,6	94,5	30	27,4	67,9	71,1	95,7	173,3	40,5	198,7	431,8	52,5	50,2	32
96	46,2	63,1	13,8	167,3	52,2	51,4	34,6	30,9	95,6	61,6	49	230,8	91,3	57,9	85,4	64,5
97	198,9	107	24,1	170,6	145,3	64,9	34,1	31,9	114,5	150,8	61,9	68,2	181,3	33,2	75,6	108,2
98	67,6	100,5	12,6	120	29,2	38,1	43,1	282,2	110,6	88,5	96,7	521,8	523,5	44,2	108,4	31,4
99	54,3	48,1	12,7	97,7	29,7	34,6	98,8	83,2	70,3	73,9	42,3	56,5	367,8	50,4	46	26,8
100	56,7	78,3	13,9	110,9	59,3	44,4	32,6	25	83,5	80,9	87,6	45,9	528,4	35,5	54,3	26,6
104	42,6	96,2	24,6	133,9	123,6	49	35,9	36,1	94,8	68,3	104,9	98	146,5	40,8	50,2	47,2
105	40,9	88,5	24,2	118,1	33,4	56,6	39,9	81	60,3	138,7	67,6	65,1	221,4	44,5	69,8	37,8
106	43,4	69,1	25,6	118,8	117,3	57,5	39,8	36,7	75,4	148,7	74,3	62,1	397,8	66,5	65,4	36,8
Exclusão dos resultados discrepantes																
95	30,5	23	4,7	16,6	16,2	18,8	26	22	36,1	35,2	18	26,1	335,7	15,8	17,9	7,3
96	18,7	23,2	7,5	16	19,1	24,4	20	14,7	16,2	28,3	27,3	24,4	24,4	25	31,9	21,7
97	23	26	8,3	17,5	29,6	24,6	17,7	15,6	34,9	38,4	22,5	14,2	30,6	15,8	24,3	22
98	26,2	26,5	4,9	15,6	14,4	14,8	18,9	177	39,5	24,3	35,3	32,1	46,2	17,6	25,4	7,1
99	25,2	15,8	4,1	16,1	14,4	18,1	31,9	39	34,7	37,2	18,7	22,7	367,8	21,3	16,4	8,2
100	28,6	19,9	7,7	12,4	19,1	18,7	15,2	12,5	25,7	33,8	28,1	16,4	50,4	20	23,1	7,7
104	17,9	29,8	6,1	20,3	76,6	19,5	19	15,8	28,1	29,7	49,4	40,5	32,6	12,3	18,1	16,1
105	21,3	19,1	5,6	17,8	15,1	25,7	16,9	21,1	30,2	60,6	31,4	30,8	69,1	16,2	25	9,6
106	24,9	26,1	8,9	15,6	24,4	26,7	15,7	19,5	27,3	82,8	17,5	19,5	43,1	34,3	33	4,7

Os resultados da Tabela 7 mostram ainda que o número médio de asteriscos, de todos os laboratórios avaliados, foi de 12,6; porém, quando se considerou apenas os laboratórios com conceito A ou B, este valor diminuiu para 12,2. Esta mesma observação feita para a Inexatidão e Imprecisão mostrou que os valores também reduziram-se de 15,8 para 15,3 e de 10,2 para 9,1, respectivamente. Estas reduções seguem as mesmas tendências já observadas por Bernardi *et al.* (2002), Bernardi (2002) e Bernardi (2003).

Em 2003, pelo quarto ano consecutivo, procedeu-se com a avaliação voluntária dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn no PAQLF. Apenas 16 participantes realizaram a análise de B, e destes, 68,8% obtiveram conceito A ou B. Dos 30 participantes que realizaram as análises de Cu, Fe, Mn e Zn, utilizando como extrator a solução de Mehlich-1, apenas 66,7% obtiveram conceitos A ou B (Tabela 7), sendo essa uma proporção muito abaixo do observado para as análises de rotina, indicando que grandes variações estão ocorrendo.

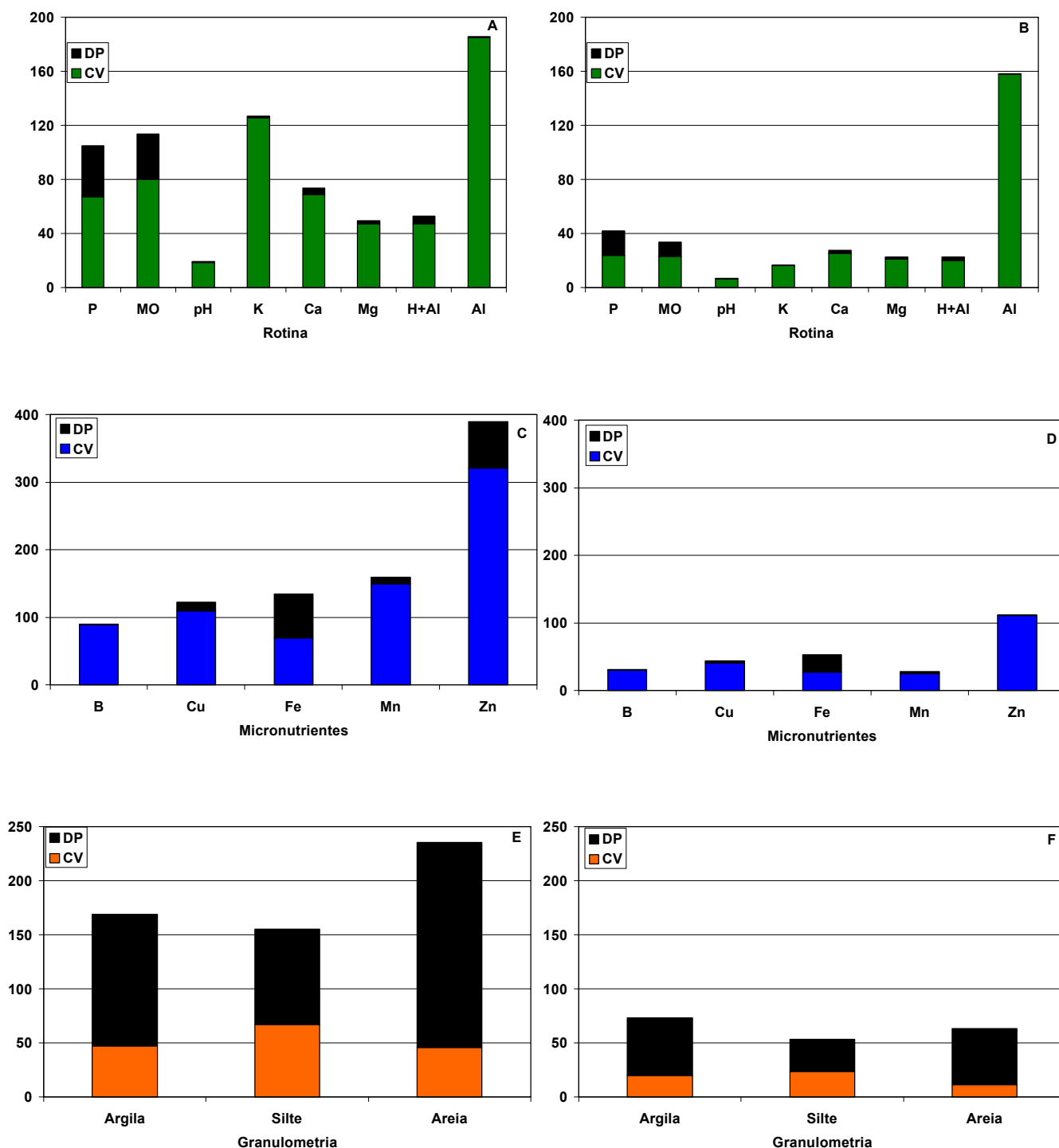


Fig. 3. Média dos coeficientes de variação (CV%) e desvio padrão (DP) para todos os resultados (A, C e E) e após a exclusão daqueles discrepantes (B, D e F) dos parâmetros de rotina de fertilidade do solo (A e B), micronutrientes (C e D) e granulometria (E e F) referentes às amostras de 2003.

Nas determinações de granulometria, realizadas pelo 3º ano consecutivo, 33 laboratórios participaram, e 91% obtiveram os conceitos A e B. Os resultados obtidos para os micronutrientes estão próximos aos do ano anterior, enquanto que os de granulometria são muito superiores (Bernardi, 2002 e Bernardi, 2003).

Atualmente, o método proposto pelo PAQLF para a extração dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn é a solução de Mehlich 1, na proporção de 1:5, seguindo a metodologia descrita por Silva *et al.* (1998). Porém, tem-se observado que muitos laboratórios participantes utilizam a mesma relação de solo / solução extratora para o P e K, ou seja 1:10 (Bernardi,

**Tabela 3.** Desempenho dos laboratórios participantes do PAQLF 2003 nas determinações de: P e K (Mehlich-1); pH (água); Ca, Mg e Al (KCl); H+Al (acetato de Ca ou SMP) no ano de 2003.

LAB	Nº asteriscos			Inexatidão	Imprecisão	IE	Conceito	Classif.
	Ano	Repetição	Ponderado					
1	14	0	7	8,8	18,9	86	B	50
2	14	0	7	8,8	4,3	93	A	20
3	9	0	4,5	5,6	10,4	92	A	26
4	9	3	6	7,5	9,3	92	A	27
5	11	3	7	8,8	6,7	92	A	25
7	12	3	7,5	9,4	2,0	94	A	12
8	16	2	9	11,3	0,8	94	A	18
9	47	2	24,5	30,6	13,7	78	B	67
10	6	2	4	5,0	5,3	95	A	9
11	26	7	16,5	20,6	1,4	89	B	37
12	52	8	30	37,5	13,4	75	B	69
14	17	3	10	12,5	22,9	82	B	59
15	29	4	16,5	20,6	7,7	86	B	51
16	40	11	25,5	31,9	23,8	72	B	72
18	18	3	10,5	13,1	5,7	91	B	30
19	13	4	8,5	10,6	13,9	88	B	42
20	7	3	5	6,3	4,6	95	A	11
21	16	0	8	10,0	13,9	88	B	41
22	22	1	11,5	14,4	14,0	86	B	52
24	10	0	5	6,3	1,5	96	A	3
25	5	0	2,5	3,1	7,1	95	A	8
26	16	4	10	12,5	8,7	89	B	34
29	12	0	6	7,5	3,9	94	A	13
31	18	8	13	16,3	13,6	85	B	54
33	14	0	7	8,8	1,9	95	A	10
34	20	4	12	15,0	2,9	91	B	29
36	27	2	14,5	18,1	1,0	90	B	31
37	27	4	15,5	19,4	7,2	87	B	44
38	18	1	9,5	11,9	0,0	94	A	15
39	29	2	15,5	19,4	2,1	89	B	35
41	14	3	8,5	10,6	4,7	92	A	23
44	5	1	3	3,8	6,3	95	A	7
45	35	2	18,5	23,1	18,4	79	B	63
47	21	3	12	15,0	12,5	86	B	49
48	32	6	19	23,8	49,7	63	C	76
50	19	3	11	13,8	9,8	88	B	40
51	25	4	14,5	18,1	7,8	87	B	43
52	24	7	15,5	19,4	7,9	86	B	48
53	11	3	7	8,8	3,3	94	A	17
55	18	1	9,5	11,9	18,3	85	B	55
56	7	4	5,5	6,9	7,5	93	A	21
58	21	2	11,5	14,4	19,3	83	B	57
59	9	3	6	7,5	4,5	94	A	16
60	41	9	25	31,3	31,6	69	C	75
61	3	0	1,5	1,9	4,5	97	A	2
62	16	3	9,5	11,9	14,7	87	B	45
64	14	2	8	10,0	2,4	94	A	19
65	6	7	6,5	26,3	15,9	88	B	41
66	53	6	29,5	36,9	6,1	79	B	66



2002 e Bernardi, 2003). Em 2003, novamente se procedeu com o levantamento da relação solo/extrator utilizada pelos 30 laboratórios que realizaram a análise dos micronutrientes. Os resultados, constantes na Tabela 8, indicam que a maioria dos laboratórios, 19, utilizam o extrato 1:5. Porém, observando os valores dos Índices de Eficiência,

verificam-se que os laboratórios que utilizam a relação 1:10 mostraram um desempenho superior àqueles que utilizam a relação 1:5. Nota-se que estes laboratórios apresentam menor número de asteriscos médios e, conseqüentemente, melhor exatidão. No entanto, a melhor precisão foi obtida por aqueles que utilizam o extrato 1:5.

**Tabela 3 (continuação).** Desempenho dos laboratórios participantes do PAQLF 2003 nas determinações de: P e K (Mehlich-1); pH (água); Ca, Mg e Al (KCl); H+Al (acetato de Ca ou SMP) no ano de 2003.

LAB	Nº asteriscos			Inexatidão	Imprecisão	IE	Conceito	Classif.
	Ano	Repetição	Ponderado					
67	9	3	6	7,5	11,8	90	B	32
68	9	0	4,5	5,6	4,0	95	A	4
71	10	0	5	6,3	10,9	91	A	28
72	16	1	8,5	10,6	12,8	88	B	39
73	36	3	19,5	24,4	2,8	86	B	47
74	4	0	2	2,5	1,7	98	A	1
76	22	5	13,5	16,9	6,1	89	B	38
78	51	8	29,5	36,9	10,9	76	B	68
81	39	6	22,5	28,1	0,8	86	B	53
82	34	3	18,5	23,1	4,0	86	B	46
83	14	3	8,5	10,6	4,2	93	A	22
86	29	6	17,5	21,9	13,3	82	B	58
87	31	5	18	22,5	17,1	80	B	61
91	36	6	21	26,3	10,9	81	B	60
92	10	3	6,5	8,1	1,6	95	A	6
94	10	3	6,5	8,1	25,5	83	B	56
95	12	1	6,5	8,1	12,6	90	B	33
96	69	8	38,5	48,1	3,2	74	B	70
97	13	2	7,5	9,4	12,2	89	B	36
98	8	0	4	5,0	4,6	95	A	5
99	31	6	18,5	23,1	19,6	79	B	65
100	23	6	14,5	18,1	23,2	79	B	62
101	20	0	10	12,5	3,0	92	A	24
103	51	9	30	37,5	18,4	72	B	73
104	13	2	7,5	9,4	2,4	94	A	14
105	47	0	23,5	29,4	30,6	70	C	74
106	47	7	27	33,8	19,3	73	B	71

**Tabela 4.** Desempenho dos laboratórios participantes na determinação do micronutrientes B (água quente) no ano de 2003.

LAB	Nº asteriscos			Inexatidão	Imprecisão	IE	Conceito	Classif
	Ano	Repetição	Ponderado					
1	3	0	1,5	15,0	9,4	88	B	3
5	8	0	4	40,0	0,0	80	B	8
18	8	0	4	40,0	86,1	37	C	15
19	3	1	2	20,0	27,1	76	B	10
39	6	0	3	30,0	0,0	85	B	6
51	14	1	7,5	75,0	0,0	63	C	14
53	0	0	0	0,0	25,7	87	B	4
56	9	0	4,5	45,0	17,0	69	C	12
59	3	0	1,5	15,0	30,3	77	B	9
60	9	0	4,5	45,0	86,7	34	C	16
62	14	0	7	70,0	2,9	64	C	13
66	4	0	2	20,0	15,7	82	B	7
81	0	0	0	0,0	25,7	87	B	5
92	1	0	0,5	5,0	9,9	93	A	1
97	2	0	1	10,0	41,9	74	B	11
104	3	0	1,5	15,0	1,5	92	A	2



A determinação da granulometria, de acordo com a metodologia proposta (Embrapa, 1997), pode ser executada tanto pelo método da pipeta como pelo do densímetro. Deste modo, também continuou-se com o levantamento de quais metodologias estão sendo utilizadas pelos laboratórios. Os resultados da Tabela 8 indicaram que, dos 33 laboratórios avaliados, 55,5% utilizam o método do densímetro. Os melhores resultados, baseados no Índice de Eficiência médio, foram obtidos pelos laboratórios que utilizaram o método do densímetro, conforme demonstrado pelo menor número médio de asteriscos e, portanto, pela melhor exatidão. Os laboratórios que utilizaram este método foram também mais precisos, ou seja, os resultados apresentaram melhor repetibilidade.

Na Tabela 9, são apresentados os dados correspondentes à estatística básica, como média, desvio padrão, coeficiente de variação, e intervalo de confiança (valores mínimo e máximo) referentes aos resultados analíticos (fertilidade, micronutrientes, e granulometria) das amostras utilizadas em 2003. Ressalta-se que as amostras utilizadas abrangiam

amplas faixas das variáveis avaliadas, de modo a serem representativas das condições de fertilidade dos solos do Brasil.

Existe uma necessidade de amostras de referência para controle de qualidade nos programas diários de análises no laboratório de rotina. Apesar da importância reconhecida, não existe disponibilidade de materiais que ofereçam valores médios para as variáveis de fertilidade e seus intervalos de confiança, especialmente para aquelas determinadas pelo conjunto de metodologias da Embrapa. Bernardi *et al.* (2002) verificaram que 81% dos laboratórios participantes do PAQLF utilizam amostras controle interno. De acordo com Collins & Budden (1998), os padrões podem ser internos, preparados no próprio laboratório, ou externos. Estes padrões externos fornecem uma estimativa não tendenciosa da habilidade dos laboratórios para determinar, com acurácia, um valor em uma determinação. Assim, as amostras utilizadas no ano de 2003, serão oferecidas como amostras de referência aos laboratórios interessados.

**Tabela 5.** Desempenho dos laboratórios participantes do PAQLF 2000 nas determinações dos micronutrientes: Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich-1) no ano de 2003.

LAB	Nº asteriscos			Inexatidão	Imprecisão	IE	Conceito	Classif.
	Ano	Repetição	Ponderado					
1	34	0	17	42,5	36,4	61	C	25
3	12	0	6	15,0	21,0	82	B	9
4	13	3	8	20,0	9,9	85	B	5
5	22	6	14	35,0	0,7	82	B	8
8	7	3	5	12,5	45,7	71	B	20
9	14	0	7	17,5	22,5	80	B	13
10	18	1	9,5	23,8	15,4	80	B	12
15	9	4	6,5	16,3	41,0	71	B	19
18	15	4	9,5	23,8	5,0	86	B	4
19	10	3	6,5	16,3	26,0	79	B	14
29	7,0	3,0	5	12,5	2,6	92	A	1
34	14	0	7	17,5	13,0	85	B	6
39	59	6	32,5	81,3	41,1	39	C	29
48	5	4	4,5	11,3	25,4	82	B	11
50	20	4	12	30,0	35,9	67	C	22
51	33	3	18	45,0	20,8	67	C	21
53	23	2	12,5	31,3	4,9	82	B	10
56	21	5	13	32,5	10,6	78	B	15
59	11	4	7,5	18,8	34,7	73	B	17
60	16	0	8	20,0	61,8	59	C	26
62	12	2	7	17,5	2,5	90	B	2
65	16	0	8	20,0	46,1	67	C	23
66	31	7	19	47,5	19,9	66	C	24
71	30	0	15	37,5	47,9	57	C	27
81	19	3	11	27,5	22,0	75	B	16
86	45	1	23	57,5	42,8	50	C	28
92	12	3	7,5	18,8	7,6	87	B	3
97	18	0	9	22,5	10,9	83	B	7
98	57	4	30,5	76,3	50,6	37	C	30
104	10	5	7,5	18,8	35,9	73	B	18

Tabela 6. Desempenho dos laboratórios participantes na determinação da granulometria no ano de 2003.

LAB	Nº asteriscos			Inexatidão	Imprecisão	IE	Classif.	Conceito
	Ano	Repetição	Ponderado					
1	21	3	12,0	40,0	20,8	70	C	31
3	9	0	4,5	15,0	6,1	89	B	7
4	7	0	3,5	11,7	0,8	94	A	1
5	8	2	5,0	16,7	0,0	92	A	2
8	15	2	8,5	28,3	7,0	82	B	15
9	14	2	8,0	26,7	1,8	86	B	11
10	9	0	4,5	15,0	4,3	90	B	6
15	11	4	7,5	25,0	32,3	71	B	30
18	26	4	15,0	50,0	4,6	73	B	26
19	19	1	10,0	33,3	5,8	80	B	17
29	13	2	7,5	25,0	16,1	79	B	20
34	14	1	7,5	25,0	1,2	87	B	10
39	26	4	15,0	50,0	3,2	73	B	24
48	10	0	5,0	16,7	1,5	91	A	4
50	22	1	11,5	38,3	28,4	67	C	32
51	7	0	3,5	11,7	10,4	89	B	8
52	11	0	5,5	18,3	4,8	88	B	9
53	10	0	5,0	16,7	2,0	91	A	5
56	23	2	12,5	41,7	1,6	78	B	21
58	12	0	6,0	20,0	19,4	80	B	18
59	26	2	14,0	46,7	8,3	73	B	27
60	9	0	4,5	15,0	15,2	85	B	14
62	7	0	3,5	11,7	17,3	86	B	13
65	8	0	4,0	13,3	4,5	91	A	3
66	31	2	16,5	55,0	1,3	72	B	29
71	26	2	14,0	46,7	6,8	73	B	25
81	12	2	7,0	23,3	5,3	86	B	12
86	40	4	22,0	73,3	35,0	46	C	33
92	20	3	11,5	38,3	12,8	74	B	23
96	18	4	11,0	36,7	0,6	81	B	16
97	29	3	16,0	53,3	2,2	72	B	28
98	13	0	6,5	21,7	18,3	80	B	19
104	18	0	9,0	30,0	19,2	75	B	22

Tabela 7. Síntese da performance dos laboratórios participantes no PAQLF em 2003.

Avaliação	Número de participantes		Conceito A e B <sup>(1)</sup>	Número médio de asteriscos <sup>(2)</sup>		Inexatidão <sup>(3)</sup>		Imprecisão <sup>(4)</sup>		IE <sup>(5)</sup>
	Total	Avaliados		Todos labs.	A e B	Todos labs.	A e B	Todos labs.	A e B	
Rotina fertilidade	92	76	96,1	12,63	12,23	15,8	15,3	10,2	9,1	88
Cu, Fe, Mn, e Zn	92	30	66,7	11,55	8,18	28,9	20,4	25,4	17,9	73
Boro	92	16	68,8	2,78	1,55	27,8	15,5	23,7	17,0	84
Granulometria	92	33	90,9	9,0	8,4	30,0	27,9	9,7	7,8	82

<sup>(1)</sup> Participantes que obtiveram conceito "A" e "B" de acordo com a seguinte escala: A para IE > 91; B para 71 > IE < 91; e C para IE < 71. Foram habilitados ao Selo de Qualidade, os que obtiveram estes conceitos nas análises de rotina de fertilidade.

<sup>(2)</sup> **Asteriscos:** atribuídos quando o valor da determinação estão fora dos limites de tolerância, estabelecidos a partir da expressão: média ± a DP; onde, DP = desvio padrão; a = 1, para CV > 50%; a = 1.5, para 20% > CV < 50%; e a = 2.0, para CV < 20%.

<sup>(3)</sup> **Inexatidão:** divisão do número de asteriscos pelo número de determinações avaliadas no ano.

<sup>(4)</sup> **Imprecisão:** média dos CV dos resultados das amostras com repetição.

<sup>(5)</sup> **IE - Índice de Excelência:** IE = 100 - (Inexatidão + Imprecisão) / 2

**Tabela 8.** Comparação dos resultados dos participantes do PAQLF 2003 que utilizam as relações solo / solução extratora (Mehlich 1) de 1:5 e 1:10 para os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn e os métodos da pipeta e do densímetro para granulometria.

Método	Número de labs.	Asteriscos <sup>(1)</sup>	Inexatidão <sup>(2)</sup>	Imprecisão <sup>(3)</sup>	IE <sup>(4)</sup>
<b>Micronutrientes – Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich 1)</b>					
<b>Relação solo/extrator 1:5</b>	19	13,18	33,0	23,4	72
<b>Relação solo/extrator 1:10</b>	11	8,73	21,8	28,7	75
<b>Todos</b>	30	11,55	28,9	25,4	73
<b>Granulometria</b>					
<b>Pipeta</b>	15	9,1	30,3	11,6	79
<b>Densímetro</b>	18	8,9	29,7	7,4	81
<b>Todos</b>	33	9,0	30,0	9,7	80

<sup>(1)</sup> **Asteriscos:** atribuídos quando o valor da determinação estão foram dos limites de tolerância, estabelecidos a partir da expressão: média  $\pm$  a DP; onde, DP = desvio padrão; a = 1, para CV > 50%; a = 1.5, para 20% > CV < 50%; e a = 2.0, para CV < 20%.

<sup>(2)</sup> **Inexatidão:** divisão do número de asteriscos pelo número de determinações avaliadas no ano.

<sup>(3)</sup> **Imprecisão:** média dos CV dos resultados das amostras com repetição.

<sup>(4)</sup> **IE - Índice de Excelência:** IE = 100 – (Inexatidão + Imprecisão) / 2

**Tabela 9.** Resultados médios, desvio padrão, coeficientes de variação e valores máximos e mínimos das amostras utilizadas no PAQLF 2003.

LAB	P mg dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH água	K cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	B mg dm <sup>-3</sup>	Cu mg dm <sup>-3</sup>	Fe mg dm <sup>-3</sup>	Mn mg dm <sup>-3</sup>	Zn mg dm <sup>-3</sup>	Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Argila g kg <sup>-1</sup>	Silte g kg <sup>-1</sup>	Areia g kg <sup>-1</sup>
<b>95 e 99</b>																
<b>MED</b>	254,2	26,4	7,41	0,432	6,05	3,12	0,99	0,01	0,111	0,71	35,8	31,93	4,81	154,2	139,1	691,7
<b>DP</b>	78,5	6,1	0,39	0,075	0,97	0,58	0,22	0,02	0,323	0,46	11,2	5,77	1,17	26,4	24,2	49,4
<b>CV%</b>	30,9	23	5,2	17,3	16	18,7	22,4	382	291	65	31,1	18,1	24,3	17,1	17,4	7,1
<b>MIN</b>	136	17	6,6	0,28	4,1	1,9	0,7	0	0,05	0,2	19	20,4	3,1	101	91	593
<b>MAX</b>	372	36	8,2	0,58	8	4,3	1,3	0	0,43	1,2	53	43,5	6,6	207	187	791
<b>96</b>																
<b>MED</b>	11	172,7	4,05	0,242	3,25	1,03	40,92	8,15	0,39	1,1	278,5	7,12	4,38	381,5	147,1	471,3
<b>DP</b>	2	40,1	0,31	0,039	0,62	0,25	8,18	1,2	0,063	0,31	75,9	1,74	1,07	95,5	46,9	102,4
<b>CV%</b>	18,7	23,2	7,5	16	19,1	24,4	20	14,7	16,2	28,3	27,3	24,4	24,4	25	31,9	21,7
<b>MIN</b>	7	113	3,4	0,16	2	0,7	24,6	5,8	0,26	0,6	165	4,5	2,8	238	77	318
<b>MAX</b>	15	233	4,7	0,32	4,5	1,4	57,3	10,6	0,52	1,6	392	9,7	6	525	217	625
<b>97</b>																
<b>MED</b>	10,6	49	3,64	0,168	0,56	1,07	14,06	2,88	0,328	0,43	185,4	5,13	1,06	773,1	103,1	77,3
<b>DP</b>	2,4	12,8	0,3	0,029	0,16	0,26	2,48	0,45	0,114	0,17	41,8	0,73	0,32	122,3	25	17
<b>CV%</b>	23	26	8,3	17,5	29,6	24,6	17,7	15,6	34,9	38,4	22,5	14,2	30,6	15,8	24,3	22
<b>MIN</b>	7	30	3	0,11	0,3	0,7	9,1	2	0,16	0,2	123	3,7	0,6	529	66	52
<b>MAX</b>	14	68	4,2	0,23	0,8	1,5	19	3,8	0,5	0,7	248	6,6	1,5	1018	141	103
<b>98</b>																
<b>MED</b>	7,8	24,6	5,85	0,169	2,82	1,43	2,54	0,02	0,263	0,48	46,6	41,32	2,52	144,5	104,2	736,5
<b>DP</b>	2	6,5	0,29	0,026	0,41	0,21	0,48	0,03	0,104	0,12	16,4	13,27	1,17	25,4	26,4	52,6
<b>CV%</b>	26,2	26,5	4,9	15,6	14,4	14,8	18,9	177	39,5	24,3	35,3	32,1	46,2	17,6	25,4	7,1
<b>MIN</b>	5	15	5,3	0,12	2	1	1,6	0	0,11	0,3	22	21,4	1,4	94	65	631
<b>MAX</b>	11	34	6,4	0,22	3,6	1,8	3,5	0,1	0,42	0,6	71	61,2	3,7	195	144	842
<b>100</b>																
<b>MED</b>	4	29,3	4,68	0,187	1	3,03	7,25	1,06	0,387	0,65	68,7	9,94	1,04	333,6	131,1	539,1
<b>DP</b>	1,1	5,8	0,36	0,023	0,19	0,57	1,1	0,13	0,1	0,22	19,3	1,63	0,52	66,8	30,3	41,3
<b>CV%</b>	28,6	19,9	7,7	12,4	19,1	18,7	15,2	12,5	25,7	33,8	28,1	16,4	50,4	20	23,1	7,7
<b>MIN</b>	2	18	4	0,14	0,6	1,9	5	0,8	0,24	0,3	40	6,7	0,5	200	86	456
<b>MAX</b>	6	41	5,4	0,23	1,4	4,2	9,5	1,3	0,54	1	98	13,2	1,6	467	177	622
<b>104</b>																
<b>MED</b>	5,2	7,1	4,56	0,06	0,2	1,09	6,5	2,31	0,316	1,52	90	2,24	1,99	358,8	300,5	281,5
<b>DP</b>	0,9	2,1	0,28	0,012	0,15	0,21	1,23	0,37	0,089	0,45	44,5	0,91	0,65	44	54,3	45,3
<b>CV%</b>	17,9	29,8	6,1	20,3	76,6	19,5	19	15,8	28,1	29,7	49,4	40,5	32,6	12,3	18,1	16,1
<b>MIN</b>	3	4	4	0,04	0,1	0,7	4	1,6	0,18	0,8	46	1,3	1	271	192	191
<b>MAX</b>	7	10	5,1	0,08	0,4	1,5	9	3	0,45	2,2	134	3,1	3	447	409	372
<b>105</b>																
<b>MED</b>	4,3	17,6	4,77	0,111	1,45	0,52	4,35	0,42	0,422	0,15	60,8	7,78	0,27	282,6	67	619,4
<b>DP</b>	0,9	3,4	0,26	0,02	0,22	0,13	0,74	0,09	0,127	0,09	19,1	2,39	0,19	45,7	16,8	59,4
<b>CV%</b>	21,3	19,1	5,6	17,8	15,1	25,7	16,9	21,1	30,2	60,6	31,4	30,8	69,1	16,2	25	9,6
<b>MIN</b>	3	11	4,2	0,07	1	0,3	2,9	0,3	0,23	0,1	32	4,2	0,1	191	42	501
<b>MAX</b>	6	24	5,3	0,15	1,9	0,7	5,8	0,6	0,61	0,2	89	11,4	0,5	374	92	738
<b>106</b>																
<b>MED</b>	3,3	47,5	3,71	0,093	0,8	0,54	17,95	2,67	0,305	0,1	4,4	1,2	0,34	68,3	48,7	866,7
<b>DP</b>	0,8	12,4	0,33	0,015	0,2	0,14	2,81	0,52	0,083	0,08	0,8	0,23	0,15	23,4	16,1	40,7
<b>CV%</b>	24,9	26,1	8,9	15,6	24,4	26,7	15,7	19,5	27,3	82,8	17,5	19,5	43,1	34,3	33	4,7
<b>MIN</b>	2	29	3	0,06	0,5	0,3	12,3	1,6	0,18	0	3	0,7	0,2	33	25	785
<b>MAX</b>	5	66	4,4	0,12	1,1	0,8	23,6	3,7	0,43	0,2	6	1,7	0,5	103	73	948

## Referências Bibliográficas

- ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; RAIJ, B. van; BATAGLIA, O. C.; ANDRADE, J. C. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-EAS determination. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.19/20, p.3321-3333, 1994.
- BERNARDI, A. C. C. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método Embrapa: resultados de 2002**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 14 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 14).
- BERNARDI, A. C. C. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método Embrapa: resultados de 2001**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 12 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 11).
- BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método Embrapa: desempenho em 2000**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. 8 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 6).
- BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; MENEGUELLI, N. A. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método Embrapa: desempenho em 1999 e perfil dos participantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. 8 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 5).
- BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; PÉREZ, D. V.; MENEGUELLI, N. A. Analytical quality program of soil fertility laboratories that adopt Embrapa methods in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.33, n.15-18, p. 2661-2672, 2002.
- BERNARDI, A. C. C.; SOUZA, E. R.; MAGALHÃES, P.M.S.; PINTO, M.C.A.; SILVA, C.S. **Sistema PAQLF 1.0 para administração do programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade da Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 6 p. (Embrapa Solos. Circular Técnica, 18).
- CANTARELLA, H. A Qualidade da análise de solo. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FANQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas = Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 321-335.
- CANTARELLA, H.; WIETHOLTER, S.; BERNARDI, A. C. C.; VITTI, G. C.; CANTARUTTI, R. B.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M. H. Programas de avaliação de qualidade das análises de solo e de planta no Brasil. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p. 20-24, 2001.
- COLLINS, C.; BUDDEN, A. L. **Soil analysis techniques: the need to combine precision with accuracy**. New York: The International Fertiliser Society, 1998. 20 p. (Proceedings, 418).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- INMETRO. **Como acreditar (credenciar) laboratórios**. 2004. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/credenciarLab.asp>. Acesso em: 27 jan. 2004.
- PÉREZ, D. V.; MENEGUELLI, N. A. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que usam o método EMBRAPA CNPS: biênio 1994/95**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 16 p. (EMBRAPA-CNPS. Pesquisa em Andamento, 3).
- QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Evolution of the analytical quality of soil testing laboratories integrated in a sample exchange program. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.7/8, p.1007-1014, 1994.
- SILVA, C. A.; PÉREZ, D. V.; MENEGUELLI, N. A.; BERNARDI, A. C. C.; AVELLAR, M. L. **Programa de análise de qualidade de laboratórios de fertilidade (PAQLF) que adotam o método da Embrapa Solos: relatório do período 1994/98**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 33 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 17).
- SILVA, F. C.; EIRA, P.A.; BARRETO, W.O.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C.A. **Manual de métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1998. 56p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 3).

*Este trabalho faz parte das atividades do Projeto SEG nº. 06.18.02.723 "Coordenação e apoio do Programa de Avaliação da Qualidade dos Laboratórios de Fertilidade do Solo no Brasil".*

### Comunicado Técnico, 23

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser obtidos na  
**Embrapa Solos**  
Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim  
Botânico - Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000  
Fone: (21) 2274.4999  
Fax: (21) 2274.5991  
E-mail: [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)  
<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>

1ª edição

### Expediente

Supervisor editorial: *Jacqueline S. Rezende Mattos*.  
Revisão de Português: *André Luiz da Silva Lopes*.  
Normalização bibliográfica: *Cláudia Regina Delaia*.  
Editoração eletrônica: *Jacqueline S. Rezende Mattos*.